

특집논문-02-07-2-06

Centroid 위치벡터를 이용한 영상 검색 기법

방 상 배*, 남 재 열*, 최 재 각**

A Centroid-based Image Retrieval Scheme Using Centroid Situation Vector

Sang-Bae Bang*, Jae-Yeal Nam* and Jae-Gark Choi**

요 약

영상은 색상, 형태, 위치, 질감 같은 다양한 특성을 갖고 있기 때문에 하나의 특성만을 이용하여 일괄적으로 영상을 검색할 경우, 만족할 만한 검색효율을 얻기가 어렵다. 특히, 대용량의 영상 데이터베이스일수록 그 같은 현상은 빈번하게 일어나기 때문에 기존의 내용 기반 영상 검색 시스템들은 대부분 하나 이상의 특성을 이용하여 검색효율 향상을 꾀하고 있다. 본 논문에서는 Centroid 위치 벡터를 이용하여 영상 내의 색상 정보뿐만 아니라, 특정 색상에 대한 위치정보를 고려하는 기법을 제안한다. 질의영상의 한 색상에 대해 Centroid 위치벡터를 추출하고 비교영상의 같은 색상의 Centroid 위치벡터와의 거리를 비교하여 그 거리가 짧을수록 각 색상의 위치 유사도를 높게 책정하는 방식을 제안한다. 제안된 검색 기법은 기존의 색상 분포만을 이용하는 검색 기법에 비해, 원근 처리된 영상에 강인하고, 회전되거나 뒤집힌 영상의 변별력이 향상되었다. 또한, 제안된 방식은 색상정보와 위치정보의 추출을 이원화시키지 않고 동시에 추출함으로써 계산량을 줄이고, 효율적인 색인 파일을 생성하여 검색속도를 향상시켰다.

Abstract

An image contains various features such as color, shape, texture and location information. When only one of those features is used to retrieve an image, it is difficult to acquire satisfactory retrieval efficiency. Especially, in the database with huge capacity, such phenomenon happens frequently. Therefore, by using more features, efficiency of the contents-based image retrieval (CBIR) system can be improved. This paper proposes a technique to consider location information about specific color as well as color information in image using centroid situation vector. Centroid situation vectors are calculated for specific color of the query image. Then, location similarity is determined through comparing distances between extracted centroid situation vectors of query image and target image in the database. Simulation results show that the proposed method is robust in zoom-in or zoom-out processed images and improves discrimination ability in flipped or rotated images. In addition, the suggested method reduced computational complexity by overlapping information extraction, and that improved the retrieval speed using an efficient index file.

I. 서 론

오늘날 컴퓨터 하드웨어 및 네트워크 기술의 급속한 발전에 힘입어 일반화된 웹(World Wide Web)은 일반 텍스트

(Text)는 물론 정지영상(Image), 동영상(Video), 음성(Voice), 음향(Sound) 정보 등 멀티미디어(Multimedia) 정보를 다양하게 포함하고 있다. 텍스트 위주의 정보들이 점점 더 멀티미디어 위주의 정보로 변해가고 있으며 이러한 정보는 손쉽게 생성, 저장, 가공 및 전송되고 있다. 그러나 폭발적으로 늘어나는 방대한 정보의 데이터베이스로부터 일반 사용자가 원하는 내용을 효율적으로 찾는 일은 그렇게 용이하지 않다. 이에 따라 대용량 멀티미디어 정보를 보다 효율적으로 관리

* 계명대학교 컴퓨터공학과
Keimyung University, Dept. of Computer Engineering

** 동의대학교 컴퓨터공학과
Donggwi University, Dept. of Computer Engineering

하고 검색하는 기법의 중요성이 절실하게 되었다.

이러한 필요성에 의해 연구 발전된 주석기반 검색(Keyword annotation based retrieval) 기법은 많은 문제점을 안고 있다^[1]. 기존의 주석기반 검색기법의 단점으로 지적되는, 주석처리 과정에서의 고비용성, 인덱서(Indexer)의 해석 차이로 인한 객관성 상실, 영상의 공간적 관계 및 색채 시각적 관계 표현의 난해함 등으로 주석기반 검색엔진은 그 효율성 및 효용성 면에서 이미 한계에 도달하였다. 이와 같은 단점으로 인해 근래에는 내용기반 검색(Contents based retrieval) 기법이 연구, 개발되었고 몇몇 검색 시스템은 이미 상용화 단계에 들어서 있다. 대표적인 예로 IBM의 QBIC^[2], 콜롬비아 대학의 VisualSEEK^[3], 버클리 대학의 Chabot^[4], 이외에도 Virage사의 이미지 검색 엔진^[5]과 MIT 대학의 Photobook^[6] 등이 연구, 개발되어 웹상에서 서비스를 하고 있다. 이러한 내용기반 검색 시스템은 색상정보(Color), 형태정보(Shape), 질감정보(Texture), 위치정보(Spatial information) 등 다양한 특징을 추출하여 영상을 검색한다.

영상의 색상 정보를 이용한 검색 방법은 내용기반 관련 연구 초기부터 사용되어 온 방법으로서, 영상 내 조명 변화나 관측 위치, 크기 변화 등에 어느 정도 무관하게 적용 가능하다는 장점이 있다. 색상 정보를 사용하는 검색 방법은 일반적으로 영상의 색상 분포를 이용한 히스토그램 교차 기법(Histogram intersection)^[7]을 사용한다. 이 기법은 그동안 계산상의 편리성과 영상의 회전이나 이동 등에 강한 특성, 잡음에 민감하지 않은 성질 등으로 색상을 기반으로 한 대부분의 영상 검색 시스템에 많이 사용되어 왔다. 따라서 색상 기반 검색 기법의 성능 평가를 위한 표준 기법으로 사용되어 이를 응용한 검색 기법들의 성능 향상을 비교하기 위한 기준이 되기도 한다. 하지만 히스토그램 교차 기법은 형태정보가 전혀 포함되어 있지 않고, 유사한 색상이라도 양자화 단계(Quantization level)가 다를 경우 영상의 검색 효율이 떨어지는 문제점이 있다^{[8][9]}.

이러한 히스토그램 인터섹션 기법을 보완하여 인접 양자화 영역(bin) 간의 유사도를 고려하여 인간이 인식하기에는 분명히 비슷한 영상이지만 촬영 시 조명의 차이 등에 의해 색상의 차이가 나는 영상도 검출할 수 있는 방식도 제안되었다^{[10][11]}. 그러나 이방법도 영상의 형태정보는 고려하지 않은 기법이다.

영상 내 객체(Object)들의 위치 정보를 사용한 검색 방법은 색상이나 형태, 질감 정보를 사용한 검색 방법에 비하여 색인(Index)에 필요한 처리과정이 복잡하기 때문에 현재까지는 많은 연구가 이루어지고 있지 못하다. 일반적으로 영상

이 갖는 위치정보는 다음과 같이 두 가지로 추출될 수 있다. 첫째는 전체 영상을 부분영상(Sub-image)으로 분할하여 부분영상별 히스토그램 비교를 통해 위치정보를 추출하는 방법이며, 둘째는 영상 내 객체들이 갖는 위치정보를 이용하는 방법이다^[13]. 영상 내 객체들의 위치정보는 우선 정확한 객체분할(Object segmentation)이 선행되어야 하지만, 정확한 객체의 분할과 인식(Recognition)이 어렵다는 단점이 있다.

본 논문에서는 위에서 설명한 영상의 다양한 특징 분야 가운데 색상정보와 위치정보를 효율적으로 추출하여 검색 효율을 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다. 제안된 검색 알고리즘은 색상정보만으로 검색을 수행하는 경우 색상의 분포만을 고려하기 때문에 발생하는 여러 가지 문제들 즉, 동일한 사물의 원근처리 된(Zoom-in, zoom-out) 영상에 취약한 점, 회전된(Rotation) 영상이나 상하 혹은 좌우로 뒤집힌(Horizontal mirroring, vertical mirroring) 영상에 둔감한 점들을 개선하였다. 색상에 대한 위치정보를 영상 내에서의 Centroid 위치벡터(Centroid situation vector)로 표현함으로써 정량화된 위치정보를 추출하여 이를 유사도 측정 에 사용하였다.

일반적으로 인간은 동일한 물체에 대한 원근 처리에 따른 두 영상을 비슷하다고 인식한다. 하지만 영상내의 색상 분포만을 사용할 경우 색상의 분포의 차이로 인해 검색 순위는 뒤로 밀리게 된다. 그러나 원근 처리된 두 영상의 색상별 위치는 크게 변하지 않는다는 점을 이용하여 위치정보를 포함시키면 원근 처리된 두 영상의 경우에 좋은 검색 효율을 얻을 수 있다. 또, 색상 분포만을 이용하면 영상이 회전되거나 뒤집힌 경우, 이를 구별하기가 쉽지 않지만 색상별 위치정보로써 이를 잘 구별해 낼 수가 있다.

본 논문의 구성은 II장에서는 본 논문에서 제안하는 Centroid 위치벡터를 이용한 검색 기법에 관해 기술 하였다. III장에서는 새로운 검색 기법을 이용한 영상검색 시스템의 설계 및 구현에 대한 설명을 하였다. 또한 컴퓨터 모의실험을 통한 검색 결과를 제시하였으며 정성적, 정량적 결과를 바탕으로 제안된 방식의 성능을 분석하였다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 도출한다.

II. Centroid 위치벡터를 이용한 영상 검색 기법

1. Centroid 위치 벡터를 이용한 위치정보 추출

히스토그램 교차기법^[7]과 인접 양자화 영역 간의 유사도

를 고려한 기법^{[10][11]}에서의 근본적인 문제는 히스토그램 교차기법 자체가 색상정보 외의 다른 형태정보, 위치정보, 질감정보 등을 전혀 포함하고 있지 않다는 점에서 발생하게 된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 색상의 위치정보를 추출하여 색상의 위치차이 및 색상 객체의 존재 유무를 판별하는 기법을 제안한다.

제안된 방식은 먼저 전체 영상을 $M \times N$ 개의 부분영상으로 분할한다. 전체 영상의 각 화소 단위로 위치벡터를 구하고, 이들을 비교하는 것은 많은 계산량을 요구하기 때문에 영상의 특징을 그대로 유지하면서 계산량을 줄일 수 있는 방법으로 영상을 여러 개의 작은 부분영상으로 분할하는 방법을 사용하였다. 분할된 각 부분영상내의 화소들을 분석하여 부분영상을 대표하는 하나의 값을 추출한다. 전체 영상을 $M \times N$ 개의 부분영상으로 분할하면 한 개의 부분영상 당 하나의 대표값이 추출되고 결과적으로 $M \times N$ 개의 대표값이 나오게된다. RGB 컬러모델에서, (m,n)번째 부분영상의 대표값을 $Sub_{(m,n)}(R, G, B)$ 라 하고 k를 한 부분영상내의 화소수라고 했을 때, 대표값은 다음의 식 (1)과 같이 R, G, B 성분 각각의 평균으로 나타낼 수 있다.

$$Sub_{(m,n)}(R,G,B) = \frac{1}{k} \left(\sum_{i=1}^k r_i, \sum_{i=1}^k g_i, \sum_{i=1}^k b_i \right) \quad (1)$$

분할된 영상의 대표값이 정해지면 컬러 모델에 따른 양자화 과정을 거치게 되는데 본 논문에서는 3차원 RGB 컬러 모델에 대하여 각 축을 구간범위 32의 8단계로 나누어 전체 양자화 영역의 개수가 $8^3 = 512$ 개가 되도록 구성하였다.

제안한 방식에서 동일한 색상 양자화 영역에 포함되는 부분들이 가지는 각각의 위치벡터들을 하나의 색상 양자화 영역에 대한 통일된 벡터, 즉 Centroid 벡터로써 표현하게 된다. 이는 색상 C_i 에 해당하는 부분영상의 수가 1이 아닐 경우 질의영상과 비교영상간의 비교를 위하여 C_i 에 대한 위치정보를 포함한 하나의 벡터로 표현하기 위함이다. 색상 C_i 에 대한 Centroid 위치벡터는 식 (2)와 같이 정의된다.

$$\vec{V}_C = \frac{(\vec{v}_{C_1} + \vec{v}_{C_2} + \vec{v}_{C_3} + \dots + \vec{v}_{C_m})}{m} \quad (2)$$

여기에서 \vec{v}_{C_i} 는 색상 C_i 에 대한 Centroid 위치벡터를 나타내고, m 은 색상 C_i 를 갖는 부분영상의 수를 나타내며,

$\vec{v}_{C_1}, \vec{v}_{C_2}, \dots, \vec{v}_{C_m}$ 는 각각 색상 C_i 를 갖는 부분영상들의 위치벡터이다. 그림 1은 여러개의 부분영상으로 분할된 영상을 나타내며, 그림 2는 양자화 과정을 거친 후, 특정색상 C_i 에 해당하는 부분영상들 각각이 갖는 위치벡터를 나타낸다.



그림 1. 실제 영상에서의 영상 분할
Fig. 1. Subimages of an actual image

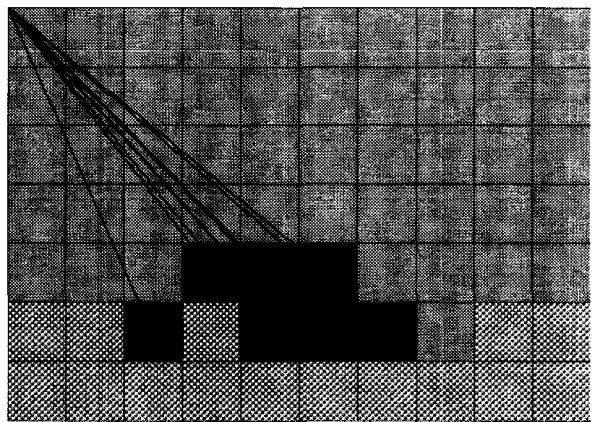


그림 2. 특정 색상 C_i 를 갖는 부분 영상들의 위치 벡터
Fig. 2. Situation vector of subimages which have color C_i

각각의 색상에 대한 하나씩의 Centroid 위치벡터를 추출하면 질의영상과 비교영상의 같은 색상을 나타내는 Centroid 위치벡터를 서로 비교하여 유사도를 측정한다.

2. Centroid 위치 벡터를 이용한 유사도의 측정

Centroid 위치벡터를 이용하여 유사도를 측정하기 위해

서는 Centroid 위치벡터가 갖는 대표 색상값, 멤버 벡터 수, 벡터간 거리 크기 등의 3가지 특징을 모두 고려해야 한다. 대표 색상값은 각 영역의 색상정보를 나타내고, Centroid 위치벡터의 멤버 벡터 수는 한 영상 내에서 특정 색상이 차지하는 비율을 나타내며, 벡터간 거리는 같은 색상에 대한 질의영상과 비교영상 간의 위치 차이를 나타낸다. 따라서 질의영상과 비교영상의 유사도를 구하기 위해서는 각 색상별 Centroid 위치벡터를 1대 1로 비교하되, 각 Centroid 위치벡터가 갖는 면적의 유사도와 위치벡터 사이의 거리 유사도를 동시에 포함해야 한다.

질의영상과 비교영상의 Centroid 위치벡터를 각각 $\vec{V}_q(C_i)$, $\vec{V}_t(C_i)$ 로 두고, 영상 분할 수 ($M \times N$)에 따른 X, Y 축 좌표의 기본단위 벡터를 $\vec{x}(C_i)$, $\vec{y}(C_i)$ 로 두었을 때 벡터간의 거리 $d(C_i)$ 는 다음 식 (3)과 같이 계산한다.

$$d(c_i) = |\vec{v}_q(c_i) - \vec{v}_t(c_i)| = \sqrt{(\vec{x}_q(c_i) - \vec{x}_t(c_i))^2 + (\vec{y}_q(c_i) - \vec{y}_t(c_i))^2} \quad (3)$$

벡터간의 거리와 유사도는 벡터간 거리가 커지면 유사도는 낮아지는 반비례 관계에 있기 때문에 영상좌표의 원점에서 가장 긴 거리를 L 로 두었을 때, 색상 C_i 에 대한 위치 유사도 $S_{Situation}$ 은 다음과 같이 정의한다.

$$S_{Situation}(c_i) = 1 - \frac{d(c_i)}{L} \quad (4)$$

식 (3)에서 $d(C_i)$ 의 계산에 필요한 두 벡터는 영상의 영역 외에서 존재할 수 없으므로 $d(c_i) \leq L$ 이 항상 성립되어 $S_{Situation}$ 은 음수가 될 수 없다. 단, 질의영상의 특정 색상 C_i 의 Centroid 위치벡터 $\vec{v}_q(C_i) = (0, 0)$ 이고 비교영상의 같은 색상 C_i 의 Centroid 위치벡터 $\vec{v}_t(C_i) \neq (0, 0)$ 경우, 즉, 질의영상은 색상 C_i 를 전혀 포함하지 않고 비교영상은 색상 C_i 를 포함하고 있을 때 두 영상간의 색상 C_i 에 대한 Centroid 위치벡터간의 유사도는 0으로 한다. 그리고 두 영상 모두 특정 색상 C_i 를 전혀 포함하고 있지 않을 경우에는 유사도를 1로 한다. 즉,

$$\begin{cases} S_{Situation} = 1, & \text{if } \vec{v}_q = 0 \text{ and } \vec{v}_t = 0 \\ S_{Situation} = 0, & \text{if } \vec{v}_q = 0 \text{ and } \vec{v}_t \neq 0 \end{cases} \quad (5)$$

이는 질의영상의 Centroid 위치벡터가 0이고, 비교영상의

Centroid 위치벡터가 원점 근처에 있을 경우 일괄적으로 위의 식 (4)로 유사도를 구하면 유사도가 없음에도 불구하고 매우 높은 유사도를 산출하기 때문에 이러한 오차를 없애기 위해서 필요한 과정이다.

그림 3은 실제 좌표 상에서 Centroid 벡터 사이의 거리를 이용하여 유사도를 비교하는 예이다. 가운데 직선 벡터를 색상 C_i 에 대한 질의영상 q 의 Centroid 벡터 \vec{v}_q 라고 하고 점선 벡터와 2점선 벡터를 각각 질의영상 $t1, t2$ 에 대한 Centroid 벡터 $\vec{v}_{t1}, \vec{v}_{t2}$ 라고 할 때, $t1$ 과 $t2$ 의 위치벡터간의 차분은 그림에서와 같이 \vec{d}_1, \vec{d}_2 로 표현될 수 있다. 여기서 \vec{d}_1 과 \vec{d}_2 의 크기를 서로 비교하여 유사도를 측정하며 크기가 작은 \vec{d}_1 이 \vec{d}_2 보다 유사하다고 결정된다. 만약 완전히 동일한 두 영상을 비교할 경우 두 영상의 Centroid 위치벡터는 모든 색상에 대하여 위치벡터가 일치하므로 벡터간의 거리는 모두 0이 되어 유사도는 1이 된다.

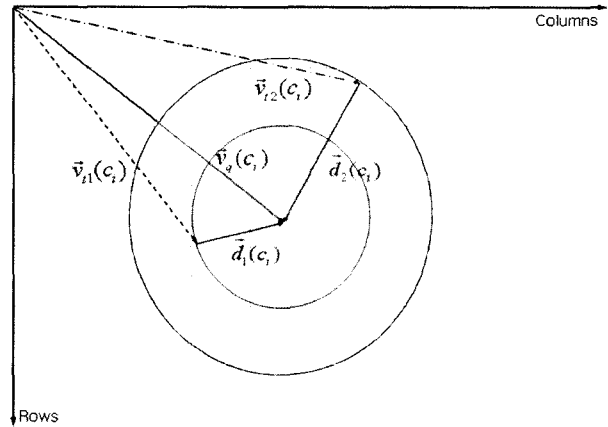


그림 3. 벡터간 거리를 이용한 유사도 측정
Fig. 3. Similarity measure using distances between situation vectors

전체 영상에서 양자화 과정을 통해 정해진 특정 색상을 갖는 영역이 크면 클수록 그 색상은 전체 영상의 대표적인 색상이 된다. 따라서 각 색상의 1대 1의 유사도 비교에서 그 색상이 차지하는 비율만큼의 가중치를 받게 된다.

즉, 전체 영상의 유사도는 K 개의 양자화 과정을 거친 각 색상들을 1대 1로 비교하여 전체 영상에서 그 색상이 차지하는 비율을 가중치로 두어 유사도를 결정하며, 각 색상이 갖는 색상 유사도 $S_{Histogram}$ 과 벡터간의 거리 유사도 $S_{Situation}$ 을 합하여 전체 유사도 S_{Total} 을 구하게 된다. 전체 유사도의 계산은 다음의 식 (6)을 따른다.

$$S_{total} = \sum_{i=0}^N [\omega_{c_i} \cdot \{\alpha \cdot S_{Situation}(c_i) + (1-\alpha) \cdot S_{Histogram}(c_i)\}] \quad (6)$$

여기에서 N은 양자화 단계 수를 나타내며, c_i 는 양자화 과정을 통해 결정된 특정 색상을 나타낸다. 그리고 ω_{c_i} 는 전체 영상에서 특정 색상 c_i 가 차지하는 비율이다.

전체 영상에서 많은 부분을 차지하는 색상은 그 만큼의 가중치를 주어 유사도 측정에 중히 포함되도록 하고 전체 영상에서 미미한 부분을 차지하는 색상은 낮은 가중치를 할당하여 유사도 계산에 적게 포함되도록 하였다. 여기서,

$$\sum_{i=0}^N \omega_{c_i} = 1$$

을 만족한다.

예를 들면, 전체 영상을 3×4, 즉 12개의 부분영상으로 분할되었다고 가정하자. 양자화 단계를 거쳐서 파란색 8개와 빨간색 3개, 검은색 1개로 포함되었다고 가정할때,

$$\sum_{i=0}^N \omega_{c_i} = 8/12(\text{파란색}) + 3/12(\text{붉은색}) + 1/12(\text{검은색}) = 1 \text{ 이 된다.}$$

앞 절에서 제안된 유사도 측정 방식을 도식화하면 그림 4와 같다.

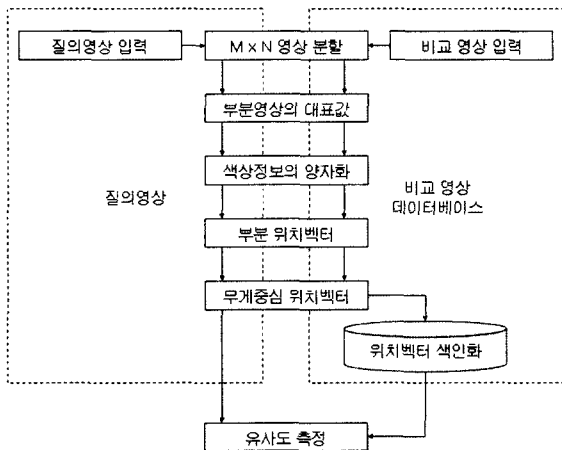


그림 4. 제안된 유사도 측정 기법의 블록도
Fig. 4. Block diagram of proposed similarity measure scheme

영상을 구성하고 있는 모든 색상 양자화 영역에 대하여 위와 동일한 방법으로 색상별 Centroid 위치벡터를 구하고

이를 이용하여 영상의 전체적인 유사도를 구한다. 그림 3의 위치벡터 색인화 과정은 검색을 할 때마다 모든 데이터베이스 내의 영상을 분석, 위치벡터를 구하는 것은 비효율적 이므로 검색이 처음 시작될 때 각 영상의 색상별 위치벡터를 모두 색인화하여 저장하면 차후의 검색은 분석과정을 거치지 않고 색인 파일만으로도 검색이 가능하므로 검색 속도를 개선시킬 수가 있다.

III. 시스템 구현 및 실험

1. 시스템 구현과 실험 환경

제안된 검색기법을 기반으로 하는 영상검색 시스템은 펜티엄 1GHz, 256M RAM 환경 하에서 Visual C++ 6.0으로 구현하였다. 구현된 검색 시스템을 ImageFinder라 명명 하였으며, 시스템의 검색 성능을 평가하기 위해 실험은 5463개의 다양한 정지영상에 대하여 수행하였다. 정확하고 객관적인 성능평가를 위하여 실험 데이터, 즉 어떤 테스트 영상을 사용하였는지도 중요한 문제이다. 본 논문에서 사용한 실험 데이터는 MPEG-7 표준 제정을 위한 테스트 시퀀스 중 S1, S3와 후에 추가된 ADD1에서 ADD5 항목에 포함된 5400여 개의 영상을 사용하였다^[14]. S1에는 각각 풍경과 인물 영상을 포함한 아마추어 사진작가의 영상 190개, 풍경을 위주로 한 영상 108장이 포함되어 있고, S3에서는 캘리포니아 수자원 공사의 영상으로 수자원과 관련된 각종 하천, 평야, 산악지역의 자연 풍경사진과 각종 행사 및 공사현장 사진, 그리고 건물사진 등으로 2045개의 영상들로 이루어져 있다.

또한, 표준 제정을 위해 새롭게 추가된 테스트 시퀀스인 ADD1, ADD2, ADD3 및 ADD5에는 MPEG-7 표준 제정을 위한 동영상 일정한 시간 간격으로 획득한 정지영상으로 각종 뉴스 보도자료, 스포츠 중계방송, 자연 다큐멘터리, 쇼프로, 드라마 장면 등의 TV시청을 통해 일반적으로 볼 수 있는 영상으로 구성되어 있다. 특히 ADD4에서는 같은 풍경 및 사물을 여러 가지 상황, 즉 관측 위치의 이동 및 카메라의 원근처리 같은 여러 기법으로 생성한 영상으로 구성되어 있다. 본 논문에서는 이처럼 다양한 영상을 사용함으로써 특정 영상의 성질이 한 곳에 집중됨을 극복하고 전체적인 객관성을 얻고자 하였다. 실험 데이터 영상은 모두 정규화 과정을 통해 384 x 256 크기의 BPPM 파일 형식으로 변환하여 사용하였다.

2. 검색 성능 평가 방법

제안된 검색 알고리즘의 성능을 객관적으로 평가하기 위한 기준으로 MPEG-7에서 제안된 ANMRR(Average Normalized Modified Retrieval Rank)기법^[15]을 이용하였다. ANMRR의 성능평가의 척도는 검색 결과의 관련영상 검색 개수와 검색된 관련영상의 순위로 구성된다. ANMRR은 [0.0, 1.0] 범위의 정규화된 값을 가지며 0.0에 가까울수록 검색 성능이 높음을 나타낸다. 즉, 더 많은 관계영상을 검색해내고, 검색된 영상의 순위가 높을수록 ANMRR은 0에 가까워진다.

ANMRR은 다음의 과정을 통해 계산되어 진다. 전체 영상 데이터베이스에서 질의영상 q 에 대한 관련영상의 개수를 $NG(q)$ 로 두고, $Rank(k)$ 를 질의영상 q 대한 k 번째 관련영상의 순위라고 두면, 질의영상 q 에 대한 AVR (Average Rank), MRR (Modified Retrieval Rank), $NMRR$ (Normalized Modified Retrieval Rank)은 다음과 같다.

$$AVR(q) = \sum_{k=1}^{NG(q)} \frac{Rank(k)}{NG(q)} \quad (7)$$

$$MRR(q) = AVR(q) - 0.5 - \frac{NG(q)}{2} \quad (8)$$

$$NMRR(q) = \frac{MRR(q)}{K + 0.5 - 0.5 \times NG(q)} \quad (9)$$

$NMRR(q)$ 는 항상 [0.0, 1.0]사이의 정규화 된 값을 가지며, 0에 가까울수록 검색효율이 우수함을 의미한다. 최종적인 ANMRR은 MPEG-7 표준 제정을 위해 지정된 모든 테스트 질의영상들의 NMRR값의 평균값이다. Q 를 지정된 테스트영상의 개수라 했을 때, ANMRR은 다음과 같다.

$$ANMRR = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q NMRR(q) \quad (10)$$

3. 실험결과 및 분석

실험은 앞에서 설명한 영상 중에서 MPEG-7 표준 제정을 위해 지정된 관련영상 그룹과 뚜렷이 구분할 수 있는 영상 30개를 질의영상으로 선택하여 그 값을 계산하였다. 결과는 표 1에 나타나 있다. 성능의 향상을 비교하기 위하

여 첫째항목은 색상정보만을 이용한 히스토그램 인터섹션을 통한 검색결과이고, 둘째 항목은 인접 양자화 영역의 색상 유사도를 고려한 색상정보와 형태정보를 같이 사용한 검색결과이며, 마지막 항목이 본 논문에서 제안한 Centroid 위치벡터를 이용한 검색결과이다.

		영상 번호	Histogram Intersection(HI)	인접변 고려 He+ 이진화 형태정보	He+무계중심 위치벡터
1	img0066d_s1.jpg	2933	0.12403	0.17829	0.10853
2	jornal64742_add2.jpg	5042	0.00000	0.00000	0.00000
3	news1~53_add2.jpg	5226	0.01863	0.03235	0.00000
4	spor~214_add2.jpg	5455	0.07639	0.03819	0.02778
5	jorna~89_add2.jpg	4997	0.00877	0.00439	0.00000
6	cultur~7_add2	52	0.00000	0.00000	0.00000
7	i143n_add1	1429	0.02326	0.00775	0.00000
8	D03_add4	148	0.05556	0.05556	0.04444
9	img0020b_s1	1906	0.00000	0.00000	0.00000
10	img01271_s3	3874	0.00000	0.03333	0.13333
11	img0002s_s1	1816	0.03448	0.05172	0.01724
12	img02025_s3	4628	0.03448	0.03448	0.01724
13	img02029_s3	4632	0.00000	0.00000	0.00000
14	img01381_s3	3984	0.12549	0.10000	0.16863
15	i0121_add5	1044	0.13793	0.08621	0.01724
16	img01178_s3.jpg	3772	0.00775	0.00775	0.00000
17	cultu~47_add2.jpg	92	0.15504	0.19380	0.12326
18	game12~9_add2.jpg	193	0.00000	0.00000	0.01724
19	img00121_add3.jpg	2139	0.22414	0.22414	0.19793
20	img01115_add3.jpg	3694	0.00000	0.00000	0.00000
21	img00071_add3.jpg	2047	0.24031	0.36434	0.19302
22	img00537_add3.jpg	2795	0.08621	0.10345	0.01724
23	i0198_add5.jpg	1091	0.38889	0.36667	0.05556
24	img00867_add3.jpg	3363	0.51724	0.37931	0.39655
25	img01094_add3.jpg	3652	0.31008	0.28682	0.27907
26	img00090_s3.jpg	2086	0.17241	0.03448	0.08621
27	img00136_s3.jpg	2167	0.38596	0.28509	0.16579
28	img01903_s3.jpg	4506	0.31008	0.30233	0.31008
29	img0016b_s1.jpg	1890	0.42424	0.42424	0.30303
30	img0023d_s1.jpg	1920	0.37465	0.23944	0.17366
			0.14120	0.12780	0.09510

표 1. 30개 영상에 대한 검색 실험 결과
Table. 1. Simulation results for 30 images

실험결과인 표 1을 살펴보면 전체적으로 ANMRR의 값이 기존의 히스토그램 교차기법에 비하여 작은 값을 갖는 것을 알 수 있으며 이는 검색 성능이 향상되었음을 의미한다. 각 테스트 영상의 NMRR의 값들도 전체적으로 기존의 방식보다 작은 값을 가져 검색 효율이 향상되었음을 볼 수가 있다. 그러나 몇몇 영상은 검색 효율이 오히려 떨어지는 경우도 있는데 이는 색상의 분포차이는 나지 않지만 색상의 위치차이가 많이 나는 영상의 경우에 검색효율이 약간의 하락을 보였다. 특히, 10번 질의영상의 경우는 차이가 분명한 색상의 옷을 입은 사람의 위치가 많이 이동한 영상을 검색하는데 어려움이 있었으며, 14번 질의영상의 경우는 전체적으로 비슷한 톤의 색상으로 이루어진 영상에서 위치정보의 추출이 오히려 비슷한 영상을 검색하는데 방해가

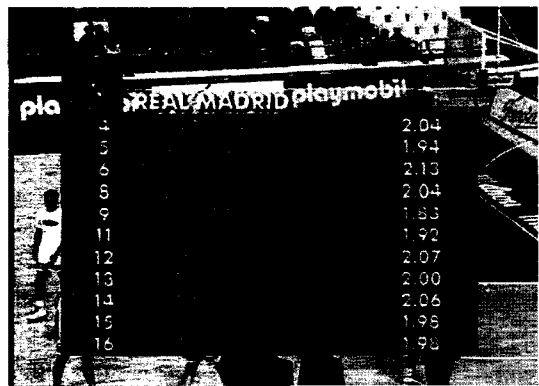
된 경우이다. 그리고 18번 영상의 경우 영상내의 투명한 스크린보드의 유무로 인한 차이로 검색효율이 떨어졌다. 위에서 언급한 3가지 질의영상을 그림5에 나타내었다.



(a)



(b)



(c)

그림 5. 질의영상의 예((a)10번 영상,(b)14번 영상,(c)18번 영상)
 Fig. 5. Examples of query images((a)10th image,(b)14th image,(c)18th image)

Centroid 위치벡터를 이용하여 색상의 전체적인 위치정보를 파악하는 기법도 색상의 양자화단계와 히스토그램 교

차기법에 기반한 방법이므로 상위 검색 순위의 변동은 크게 보이지 않는 대신, 하위 검색 순위 그룹은 검색효율의 높은 향상이 있었다.

전체적으로 살펴볼 때, Centroid 벡터를 사용하여 색상의 위치정보를 첨가함으로써 원근처리 되어 색상의 분포도가 변한 영상일 경우에 특히 검색 랭킹이 많이 향상되었는데 이는 카메라의 원근처리로 특정색상이 전체 영상에서 차지하는 비율이 변하여 히스토그램 교차기법에서의 유사도는 떨어지는 반면에, 그에 상응하는 색상의 Centroid 위치벡터는 크게 변하는 일이 없으므로 검색 랭킹이 많이 향상됨을 볼 수가 있다. 이는 히스토그램 교차기법이 전체 영상에서 특정색상이 얼마나 많이 분포하는가를 유사도 측정의 기준으로 삼기 때문에 특히 원근처리된 영상의 경우 영상의 주된 객체는 크기가 작아지고, 배경의 크기가 커지므로 배경과 객체간의 색상차이가 많이 나는 영상에 단순한 히스토그램 교차기법을 적용하면 유사도가 떨어진다. 그러나 그 색상이 갖고 있는 위치벡터의 경우에는 영상의 원근처리에 위치벡터의 큰 변동은 없기 때문에 높은 유사도를 유지할 수 있게 되어 검색 효율이 향상된다.

또한, 영상이 좌우로 혹은 상하로 뒤집힌 영상이나, 회전된 영상 같은 경우에도 질의영상의 특정색상에 대한 위치벡터가 가지는 위치정보 때문에 일반적인 색상 분포만으로는 판별이 어려운 영상에 대한 검색 효율도 향상되었다.

그림 6은 실험결과와 시각적인 비교를 위하여 막대그래프로 표현한 것으로 여기에서도 알 수 있듯이 10번, 14번 영상처럼 특수한 경우 검색 효율이 떨어지지만 전반적인 검색 효율은 많이 향상되었음을 알 수 있다.

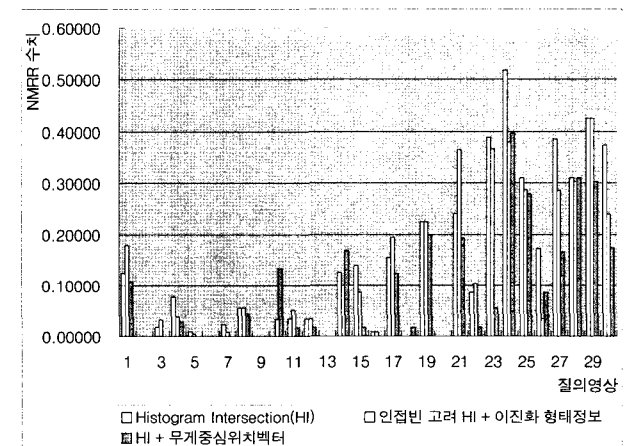
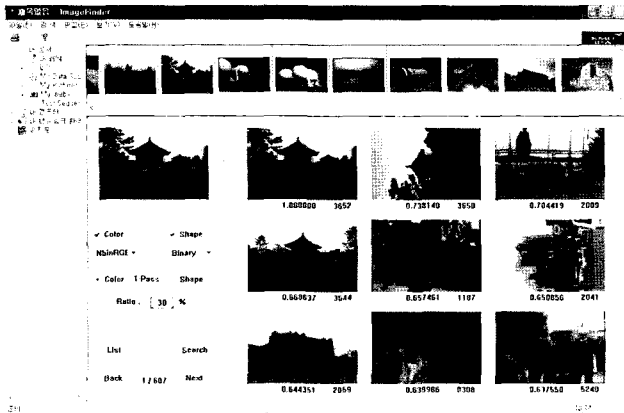
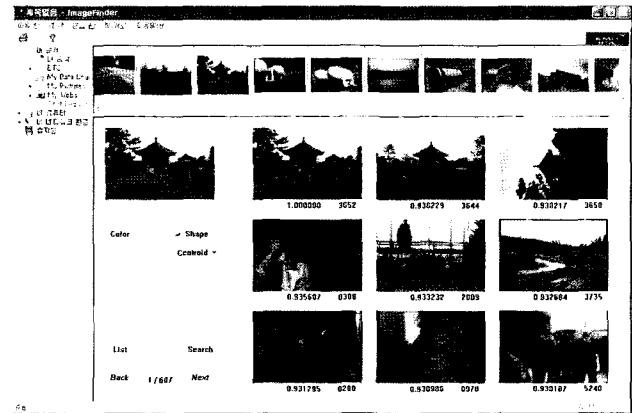


그림 6. 검색 실험 결과 비교
 Fig. 6. Simulation results comparison

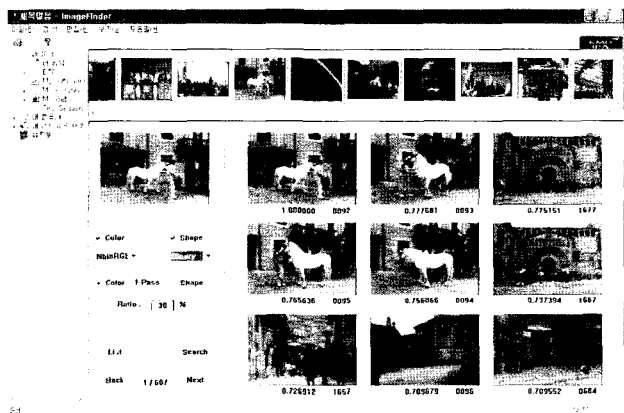


(a)

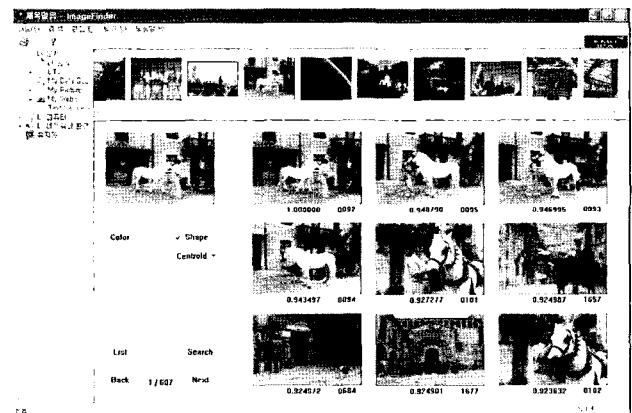


(b)

그림 7. 영상 검색 결과 비교(원근 처리된 영상 경우)
Fig. 7. Retrieval rank comparison(for zoom-in/out images)

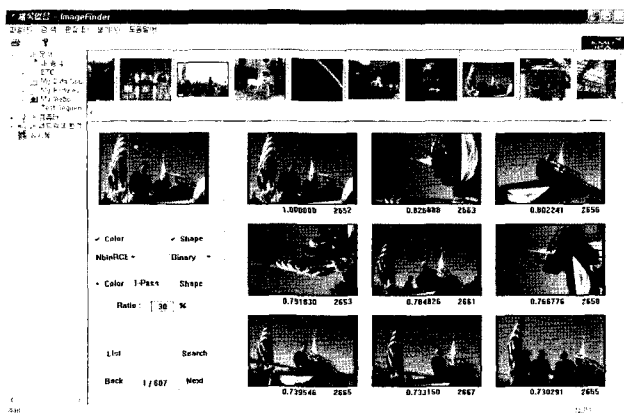


(a)

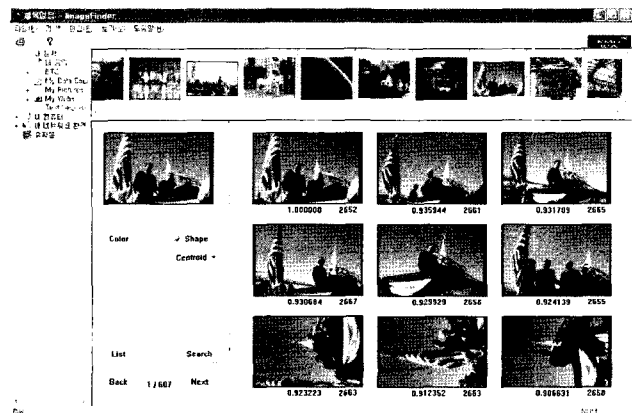


(b)

그림 8. 영상 검색 결과 비교(작은 색상 분포 포함 영상 경우)
Fig. 8. Retrieval rank comparison(for small color distribution images)



(a)



(b)

그림 9. 영상 검색 결과 비교(회전된 영상 경우)
Fig. 9. Retrieval rank comparison(for rotated images)

그림 7에서 그림 9는 실제 영상을 검색한 결과를 나타내고 있다. 그림 7~9에서 그림 7(a)는 기존의 인접 양자화 영역의 유사도를 고려한 히스토그램 교차기법에 이진영상을 이용한 형태정보를 결합한 방식의 검색 결과이며 그림 7(b)는 본 논문에서 제안한 Centroid 위치벡터 기반의 검색 기법을 이용한 검색 결과이다. 그림 7과 그림 8은 원근처리된 영상에 대한 검색 성능을 비교한 결과이다. 그림 7(a)에서 4위로 검색된 3644영상은 질의영상 3652와 동일한 사물을 중심으로 원근처리된 영상으로써, 색상분포 유사도 차분치를 각 블록별 위치정보의 유사도에 추가하여 그림 7(b)에서처럼 3652의 관련된 영상을 모두 상위순위로 높은 순위를 얻을 수가 있다. 그림 8에서 질의영상 92의 주된 검색대상은 전체 영상에서 작은 색상 분포를 가지는 말과 사람이다. 그림 8(a)의 결과는 그림 8(b)에서 9위 이상의 상위 순위에 검색되는 101, 102영상을 포함하지 않음을 알 수 있다. 이것 역시, 말이 갖는 흰색상과 사람이 가지는 청색의 위치정보를 이용하기 때문에 검색 순위가 향상되었다.

그림 9를 살펴보면 (a)에서처럼 회전이나 뒤집힌 영상의 순위가 높게 책정되는 것을 (b)에서 하위 순위로 순위를 떨어트리고 대신 색상의 위치정보를 비교했을 때 비슷한 다른 영상들이 상위 순위에 랭크 됐음을 알 수 있다. 이는 각 색상에 대한 위치정보를 Centroid 위치벡터로 표현하여 질의영상과 비교영상의 색상분포뿐만 아니라 색상의 공간적 위치도 유사도 계산에 포함시켜 색상분포 유사도의 하락 폭을 색상의 위치정보가 보완하여 줌으로써 검색 성능이 향상되었음을 나타낸다.

검색 효율의 향상을 위해 제안된 본 논문의 알고리즘은 관련영상의 검색 순위는 향상된 반면, 색상유사도 계산과 추가적인 Centroid 위치벡터 추출 및, 이를 이용한 위치유사도 계산과정에서 소요되는 여러 연산들로 인하여 히스토그램 교차기법을 이용한 방식보다 검색시간이 약간 증가되었으나, 효율적인 인덱스 파일을 만들어서 검색 시에 활용함으로써 검색 시간을 단축할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 영상의 색상정보와 Centroid 위치벡터를 이용한 색상별 위치정보를 같이 사용하여 비교적 복잡한 계산과정을 거치지 않으면서 인간의 영상 인지능력과 좀더 잘 부합하는 검색 알고리즘을 제안하였다. 30개의 질의영상을 이용한 검색 실험을 통하여 제안된 방식의 NMRR의 결

과치가 색상정보만 이용한 히스토그램 교차기법과, 인접 양자화 영역의 색상유사도를 고려한 향상된 히스토그램 교차기법과 이진영상의 형태정보를 같이 사용한 기법에 비하여 대부분의 질의 영상에 대해 향상됨을 확인하였다. 검색시스템 전체적인 평가척도인 ANMRR 수치도 기존의 두 방식과 비교하여 각각 약 32% 및 25% 향상된 결과를 볼 수 있었다. 특히, 제안된 검색기법은 관찰 위치와 카메라 원근처리 등에 의해 발생하는 색상분포 정보의 큰 변화에 강하며 회전이나 뒤집힌 영상같이 색상의 분포는 흡사하지만 색상의 위치정보가 크게 차이 나는 영상의 유사도 판별력이 크게 향상되었다.

참고 문헌

- [1] Y. R and T. S. Huang, "Relevance feedback : a power tool for interactive contents-based image retrieval," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 8, No. 5, pp. 644-655, Sep. 1998.
- [2] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, B. Dom, M. Gorkani, J. Hafner, D. Lee, D. Petcovic, D. Steele and P. Yanker, "Query by image and video content: the QBIC system," *IEEE Computer, Mag.*, Vol. 28, No. 9, pp. 23-32, Sep. 1995.
- [3] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEK: a fully automated content-base image query system," *Proc. of ACM International Conference Multimedia, Boston, MA*, pp. 87-98, Nov. 1996.
- [4] V. E. Ogle and M. Stonebraker, "Chabot: Retrieval from a relational database of images," *IEEE Computer, Mag.*, Vol. 28, No. 9, pp. 40-48, Sep. 1995.
- [5] J. R. Bach, C. Fuller, A. Gupta, A. Hampapur, B. Horowitz, R. Humphrey, R. Jain and C. F. Shu, "Virage image search engine: an open framework for image management," *Proceeding of the SPIE Storage and Retrieval Image and Video Database IV*, Vol. SPIE 2670, pp. 76-87, Feb. 1996.
- [6] A. Pentland, R. W. Picard, and S. Sclaroff, "Photobook: Tools for content-based manipulation of image database," *Proceeding of the SPIE Storage and Retrieval Image and Video Database II*, Vol. SPIE 2185, pp. 34-47, Feb. 1994.
- [7] M. J. Swina and D. H. Ballard, "Color indexing," *Int. J. of Computer Vision*, Vol. 7, No. 1, pp. 11-32, Sep. 1991.
- [8] X. Wan and C. J. Kuo, "A new approach to image retrieval with hierarchical color clustering," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 8, No. 5, pp. 628-643, Sep. 1998.
- [9] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. Zhu and R. Zabih, "Image indexing using color correlograms," *Proceeding of the IEEE Conference in Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 762-768, 1997.
- [10] 정순영, 최민규, 남재열, "이진 부분영상을 이용한 영상 검색 기법에 관한 연구," *신호처리, 시스템학회 논문지*, 제2권 제1호, pp. 28-37.

2000년 1월.

[11] S. Y. Jeong, J. Y. Nam, "Image retrieval system using neighbor bin's similarity in color histogram", *IWAIT2001*, pp. 69-73, Feb. 2001.

[12] A. Khenchaf and M. Bouet, "Shape representation for content-based image retrieval," *Proceeding of the IEEE Visual Communications and Image processing 2000*, Vol. 4067, pp. 942-950, June 2000.

[13] Y. Xu, P. Duygulu, E. Saber, A. M. Tekalp and F. T. Yarman-Vural, "Object based image retrieval based on multi-level segmentation," *Proceeding of the ICASSP 2000*, pp. 2019-2022, June 2000.

[14] ISO/IEC/JTC1SC29/WG11 : "Licensing agreement for the MPEG-7 content set," *Doc. N2466, Atlantic City*, Oct. 1998.

[15] ISO/IEC/JTC1SC29/WG11 : "Experimentation model version 2.0," *Doc. N2822, MPEG Vancouver Meeting*, Jul. 1999.

저 자 소 개



방 상 배

- 1995년 3월~2000년 2월 : 계명대학교 공과대학 컴퓨터공학과
- 2000년 3월~2002년 2월 : 계명대학교 컴퓨터공학, 멀티미디어응용 전공
- 2002년 3월~현재 : 국립안동대학교 정보통신원 전임연구원(멀티미디어 콘텐츠 개발)
- 주관심분야 : 디지털 영상처리, 멀티미디어 응용



남 재 열

- 1983년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1985년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1991년 5월 : University of Texas at Arlington 전기공학과 졸업(공학박사)
- 1985년 5월~1987년7월 : 한국전자통신연구소 연구원
- 1991년 9월~1995년2월 : 한국전자통신연구소 선임연구원
- 1995년 3월~현재 : 계명대학교 컴퓨터, 전자공학부 부교수
- 주관심분야 : 영상처리, 영상통신, 멀티미디어 시스템



최 재 각

- 1980년 3월~1984년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1985년 3월~1987년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1992년 3월~1997년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1987년 2월~1998년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 1998년 3월~2001년 8월 : 경일대학교 제어계측공학과 조교수
- 2001년 9월~현재 : 동의대학교 컴퓨터공학과 조교수
- 주관심분야 : 영상처리, 영상통신, 워터마킹, 움직임추정 등